



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Institutionen för mark och miljö

Dikesavståndets inverkan på såtid och skörd

Impact of drain spacing on planting date and yield

Hilding Tornerhjelm

Kandidatuppsats i biologi
Agronomprogrammet – inriktning mark/växt

Examensarbeten, Institutionen för mark och miljö, SLU
2014:10

Uppsala 2014

SLU, Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för naturresurser och jordbruksvetenskap
Institutionen för mark och miljö

Hilding Tornerhjelm

Dikesavståndets inverkan på såtid och skörd
Impact of drain spacing on planting date and yield

Handledare: Ingrid Wesström, institutionen för mark och miljö, SLU
Biträdande handledare: Johannes Forkman, institutionen för växtproduktionsekologi, SLU
Examinator: Ingmar Messing, institutionen för mark och miljö, SLU

EX0689, Självständigt arbete i biologi – kandidatarbete, 15 hp, Grundnivå, G2E
Agronomprogrammet – inriktning mark/växt 270 hp

Serienamn: Examensarbeten, Institutionen för mark och miljö, SLU
2014:10

Uppsala 2014

Nyckelord: dränering, såtidpunkt, dikesavstånd, täckdikning, Lanna, skörd

Elektronisk publicering: <http://stud.epsilon.slu.se>

Förord

Detta arbete är gjort i kursen "Självständigt arbete i biologi – kandidatarbete 15 hp" och är C-uppsatsen för agronomprogrammet med mark/växt inriktning. Arbetet är skrivet för avdelningen för jordbearbetning och hydroteknik på institutionen mark och miljö vid Sveriges lantbruksuniversitet.

Uppsatsen handlar om täckdikning med fokus på hur dikningsavståndet påverkar såtidpunkt och skörd. Arbetet är till största del genomfört på data från två likadana dikningsförsök på Lanna försöksstation men omfattar även en mindre litteraturstudie.

Jag vill tacka mina handledare Ingrid Wesström vid institutionen för mark och miljö och Johannes Forkman vid institutionen för växproduktionsekologi för kvalificerad handledning under arbetes gång.

Sammanfattning

All åkermark i Sverige behöver en fungerande dränering för att effektivt åkerbruk ska kunna bedrivas. Av totalt ca 2,6 miljoner åkermark i Sverige är ca 50 % självdränerande och 50 % täckdikad. Mer än hälften av den täckdikade arealen är i behov av nydikning eller omdikning. En god dränering förbättrar bruksmöjligheter och förbättrar grödans tillväxt och därmed möjligheter för att kunna uppnå en hög och säker skördenivå. Framtida klimatförändringar och jordbrukets storleksrationalisering kommer göra att behovet av en bra dränering ökar.

I denna uppsats har två likadana täckdikningsförsök med tre dikningsavstånd, utförda på Lanna försöksstation, analyserats med en blandad linjär modell. Frågeställningen har varit hur dikningsavstånden 16 m, 32 m och 80 m påverkar skörd och optimal såtidpunkt för vårsädsgrödorna korn och havre. För grödan höstvete har endast dikningsavståndets påverkan på skörden undersökts.

Analysen gav signifikanta resultat för havre att dränering med avstånden 16 m och 32 m gav en skördeökning jämfört med 80 m. Vete gav en signifikant skördeökning på 16 m dikningsavstånd jämfört med 80 m. För korn har inga signifikanta skillnader i skörd mellan dikningsavstånden kunnat konstateras. Vidare har havre gett signifikanta skillnader i skörd för alla såtidpunkter där tidig sådd gav högst skörd. Korn gav signifikant lägre skörd för sen sådd.

Abstract

All arable land in Sweden need a proper drainage for an effectively agriculture to take place. Of all arable land in Sweden, about 50% is naturally drained and 50% need artificial drainage. More than half of the tile drained area is in need of new drainage or renewed drainage. A good drainage improves farming and crop growth and increases the opportunity to achieve a high and safe harvest level. Future climate change and agriculture size rationalization will increase the need for good drainage.

In this paper, two trials with three drainage distances, performed at Lanna experimental station, were analyzed using a mixed linear model. For the spring crops barley and oats, the objectives were to examine how subsurface drainage at the drain spacings of 16 m, 32 m and 80 m affects harvest level and optimal seeding date. For winter wheat, the objective was only to investigate how the drain spacings impact harvest level.

The analysis gave significant results for oats, where the drain distances of 16 and 32 m gave a yield increase compared to 80 m. Wheat gave a significant yield increase for 16 m drain spacing as compared to 80 m. For barley, no significant differences were found between the drain spacings. Furthermore, oat yields were significantly different for all sowing dates, where early sowing dates gave the highest yields. Barley gave significantly lower yield for late sowing dates.

Förkortningar

Ske – Skördeenhets. En skördeenhets motsvarar 1 kg havre, 0,87 kg korn, 0,85 kg vete, 0,51 kg oljevaxter och 1,67 kg hö.

CL – Konfidensintervallens gränser (confidence limit).

DF 1 – F-fördelningens antal frihetsgrader i täljaren

DF 2 – F-fördelningens antal frihetsgrader i nämnaren

KI – Konfidensintervall. De redovisade konfidensintervallen inkluderar den slumpmässiga variationen mellan år. Även om konfidensintervallen är stora kan det finnas signifikanta skillnader mellan försöken, avstånden eller såtidpunkterna, eftersom dessa faktorer undersökts inom år.

P-värde(P) – Sannolikhetsvärde.

Sig-grupp – Signifikansgrupp. Grupp av behandlingar som inte är parvist signifikant olika. I tabellerna betecknas signifikansgrupperna med bokstäver. Om någon bokstav är samma för de båda behandlingarna är behandlingarna inte signifikant olika.

Innehållsförteckning

1. Syfte	6
2. Inledning.....	6
3. Bakgrund	7
4. Material och metoder	10
4.1 Försöksplats.....	10
4.2 Försöksplan	10
4.3 Statistiska metoder	11
5. Resultat.....	12
5.1 Korn.....	12
5.2 Havre	15
5.3 Vete	18
6. Diskussion	20
7. Slutsatser	21
8. Källor.....	21
Appendix	23

1. Syfte

Uppsatsens syfte var att utvärdera dikesavståndets inverkan på optimal såtidpunkt och skörd. Försökresultat från ett försök på Lanna försökstation för åren 1955 - 1985 har analyserats med en blandad linjär modell. Skörderesultat från korn, havre och vete har jämförts i analysen. Arbetet omfattar också en mindre litteraturstudie.

2. Inledning

All åkermark behöver en god dränering för att åkerbruk ska fungera och vara hållbart. Dräneringen kan vara naturlig eller behöver man systemtäckdika marken. I Sverige behövs det en god dränering då vegetationsperioden är kort och det gäller att kunna komma ut i tid att köra på fälten.

Genom att dränera en jord leder man bort överskottsvattnet i jorden. En god dränering främjar grödans tillväxt och förbättrar brukningsmöjligheterna. Med en bra dränering ökar fönstret då odlingsåtgärder så som jordbearbetning, sådd, växtskyddsinstater och skörd kan ske under bra förhållanden. Vid körning under våta förhållanden packas och tillsmetas jorden så att packningsskador och dålig markstruktur uppstår. Markens bärighet beror till stor del av grundvattensytans nivå. Genom en sänkt grundvattennivå dräneras vattnet ur de grova porerna i översta jordlagret och bärkraften ökar betydligt på alla jordar (Weidow, 2008).

God dränering främjar grödtillväxten genom att öka syrehalten i jorden och förhindra att rotzonen blir vattenövermättad. Växtrötterna kan växa djupare ner i marken och få ett större närings- och vattenupptag. Två till tio procent av markens porvolym är dränerbar, beroende på packningsgrad och jordtyp (Eriksson, 1990). Andra fördelar med dränering är mindre ogräsförekomst, minskade torkningskostnader och bättre övervintring för höstsådda grödor.

Sverige hade år 2013 ca 2,6 miljoner hektar åkermark och enligt jordbrukarna var 80 % av arealen tillfredställande dränerad. Av åkerarealen i Sverige är ungefär hälften (ca 50 %) täckdikad varav 15 % är i behov av omdikning och 14 % behöver nydikas. Inom jordbruket planeras det bara för ny- eller omdikning på 6 % av åkermarken de närmaste fem åren. Det betyder att 23 % av åkerarealen är i behov av ny- eller omdikning utan planer på att åtgärda den bristande dräneringen (Elmqvist, 2014).

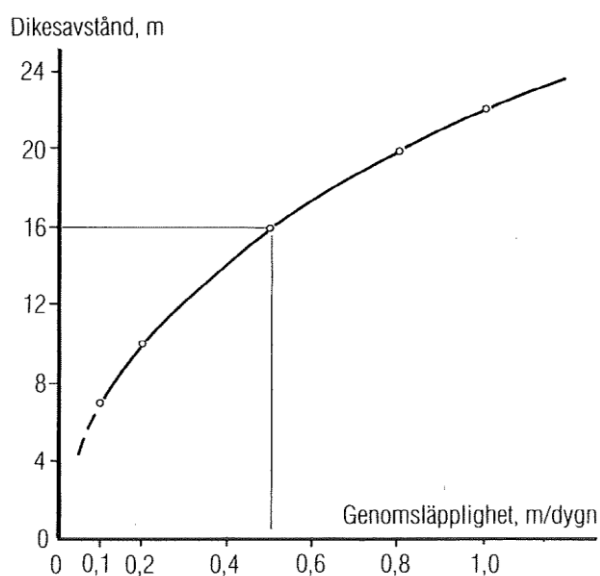
I framtiden kommer behovet av dränering att öka då det beräknas bli varmare och rikare nederbörd när odlingszonerna hamnar längre norrut. Det förutspås mer nederbörd under höst/vinter månaderna (okt - mars), vilket ställer högre krav på dräneringen. Det är framförallt på lerjordar som framtida klimateffekter kommer att ge störst utslag och dräneringen måste anpassas för ökande flöden vintertid. Med ökande temperatur kommer vegetationsperioden att förlängas och vårbruket utföras tidigare. Då är det viktigt att dräneringen fungerar så att vattenöverskottet leds bort i tid för ett tidigt vårbruk (Jordbruksverket 2009).

För att säkerställa en hög livsmedelsproduktion med en ökande världsbefolkning så kommer behovet av en bra dränering att öka (Heeb m.fl. 2014). Med dagens storleksrationalisering av jordbruket med större och tyngre maskiner krävs en bättre dränering för att undvika allvarliga packningsskador.

3. Bakgrund

Dräneringsbehovet varierar beroende på flera faktorer så som nederbörd, jordtyp och markanvändning. Behovet av dränering är större på västkusten där medelnederbörden är högre. Har man specialodlingar av exempelvis grönsaker behövs en intensiv dränering då de är extra känsliga för packning och syrebrist.

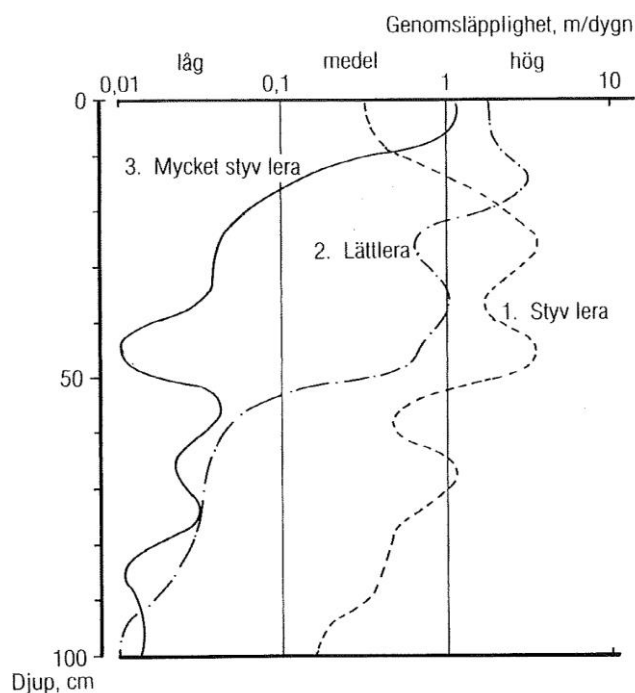
Dikningsintensiteten bestäms av hur djupt dikningen görs och på vilket avstånd det är mellan dikena. Figur 1 presenterar sambandet mellan vattengenomsläppligheten och dikningsavståndet, beräknat teoretiskt med hjälp av Hooghoudts ekvation (Ritzema, 1994) under antagande att dräneringen ska avleda en nederbörd på 35 mm på fem dagar (7 mm/dygn) samt att dräneringsdjupet är 1 meter och markprofilen har en enhetlig struktur och genomsläpplighet (Eriksson, 1990).



Figur 1. Sambandet mellan vattengenomsläpplighet och dräneringsavstånd beräknat teoretiskt (Eriksson, 1990).

En jords dräneringsbehov skiljer sig ganska stort beroende på jordtyp (Weidow, 2008). En bra metod för att bedöma dräneringsbehovet är att titta på vattengenomsläppligheten (m/dygn), som kan variera upp till 1000 ggr. beroende på jordtyp (Eriksson, 1990), se figur 2.

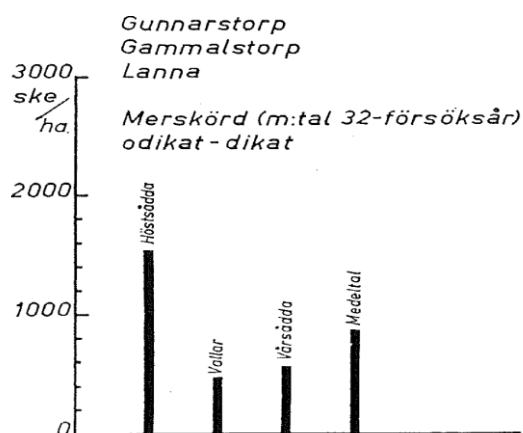
En god dräneringseffekt får man vid en vattengenomsläpplighet på 0,1 m/dygn och mer. Har en jord en vattengenomsläpplighet som närmar sig 0,01 m/dygn erhålls en dålig dräneringseffekt. Man måste på sådana jordar förstärka dräneringen med grusning eller kalkning av återfyllningar, tubulering eller dylik. (Eriksson, 1990).



Figur 2. Vattengenomsläpplighet från jordar i Skaraborgs län (Eriksson, 1990).

Lerjordar har vanligtvis ett stort behov av dränering pga. dålig genomsläpplighet, men variationen kan vara stor och påverkas av jordens textur och struktur på platsen och på djupet (Weidow, 2008).

Skördenivåerna varierar starkt med gröda och årsmån. Med en intensiv dränering ökar skördenivåerna jämfört med en extensiv dikning (Eriksson, 1990), se tabell 1. I dikningsförsök från Skaraborgs län (Lanna, Gunnarstorp, Gammalstorp) på lerjordar kan ett dikat fält ge en skördeökning upp till ca 1500 ske/ha för höstsådda grödor. För vårsådda grödor är det ca 500 ske/ha, jämfört med ett odikat fält (Eriksson, 1990), se figur 3.



Figur 3. Merskörd vid dikning i tre dräneringsförsök inom Skaraborgs län (Eriksson, 1990).

Tabell 1. Genomsnittliga skördenivån vid olika intensiv dikning under en 24-årsperiod (1949-73) i några dräneringsförsök från olika klimatområden och jordar. (Eriksson, 1990)

Försök, län	Jordart	Medel- nederbörd, mm	Genomsnittlig skördenivå vid		
			intensiv dikning	extensiv dikning	odikat
Gunnarstorp, Skaraborgs län intensiv = 16 m, extensiv = 32 m, odikat = 80 m	styv lera	648	100	90	67
Gammalstorp, Skaraborgs län intensiv = 10 m, extensiv = 24 m, odikat = 48 m	lättilera	707	100	88	80
Tyskagården, Skaraborgs län intensiv = 16 m, extensiv = 32 m	grovmö	632	100	98	—
Uddeholm, Värmlands län intensiv = 18 m, odikat = 60 m	mjäla	718	100	—	93
Falkenå, Örebro län intensiv = 16 m, extensiv = 32 m	mellan- lera	656	100	91	—
Säby, Östergöt- lands län intensiv = 16 m, extensiv = 32 m	styv lera	546	100	93	—

För vårsäd styrs såtidpunkten till största delen av fältets upptorkning. När jorden reder sig för jordbearbetning bör stråsåden sås. En tidigt sådd av vårstråså har flera fördelar såsom bättre bestockning, kraftigare rotsystem, mindre sjukdomsangrepp och tidigare skörd. Det leder till en högre skörd samt bättre kvalitet. Att så tidigare än jorden reder sig är negativt och leder till sänkt skörd (Bengtsson & Larsson, 1990), se tabell 2 och tabell 3. Enligt finska försök gjorda på 70-talet kan en dags försening av vårsådd på lerjordar minska kärnskorde med 100-200 kg/ha (Larpe, 1981). Med en intensivare dränering torkar jorden upp snabbare på våren och vårsådd kan ske tidigare.

Tabell 2. Såtidens inflytande på avkastningen och kvaliteten för korn. 20 försök 1968-1972 (Bengtsson & Larsson 1990)

Såtid	Kärna		Tusen- korn- vikt, g	Rymd- vikt g/l	Protein % av ts
	kg/ha	rel.			
21/4	4 220	100	41,6	717	12,3
2/5	4 240	100	39,8	701	12,7
13/5	3 900	92	38,4	690	12,9
24/5	3 180	73	37,8	682	13,1

Tabell 3. Såtidens betydelse för havrens avkastning och kvalitet. Sammanställning av sortförsök i Mälar-Hjälmarbygden 1976 - 1985 (Bengtsson & Larsson, 1990)

Såtid	Antal försök	Avkastning kg/ha	Rymdvikt g/l	Tusenkovn-vikt, g
21–30 april	44	5 260	570	36,5
1–10 maj	87	5 700	557	36,0
11–20 maj	81	5 070	547	34,9
21–30 maj	12	4 370	528	–

4. Material och metoder

4.1 Försöksplats

År 1954 anlades två likadana kombinerade diknings- och såtidsförsök på Lanna försöksstation, Varaslätten i Västergötland, cirka 30 km väster om Skara. Lanna försöksstation ägs och drivs av SLU. Försöket pågick fram till år 1985. Årsmedelnederbörden på försöksplatsen för perioden 1961-1990 var 558 mm. För medeltemperaturen och nederbörden per månad på försöksplatsen, se tabell 15 i appendix (Sveriges Lantbruksuniversitet, 2014). Vegetationsperioden för området var i medeltal 190 till 200 dagar per år (SMHI, 2011). Matjorden var en måttligt mullhaltig styv mellanlera och alven en styv lera.

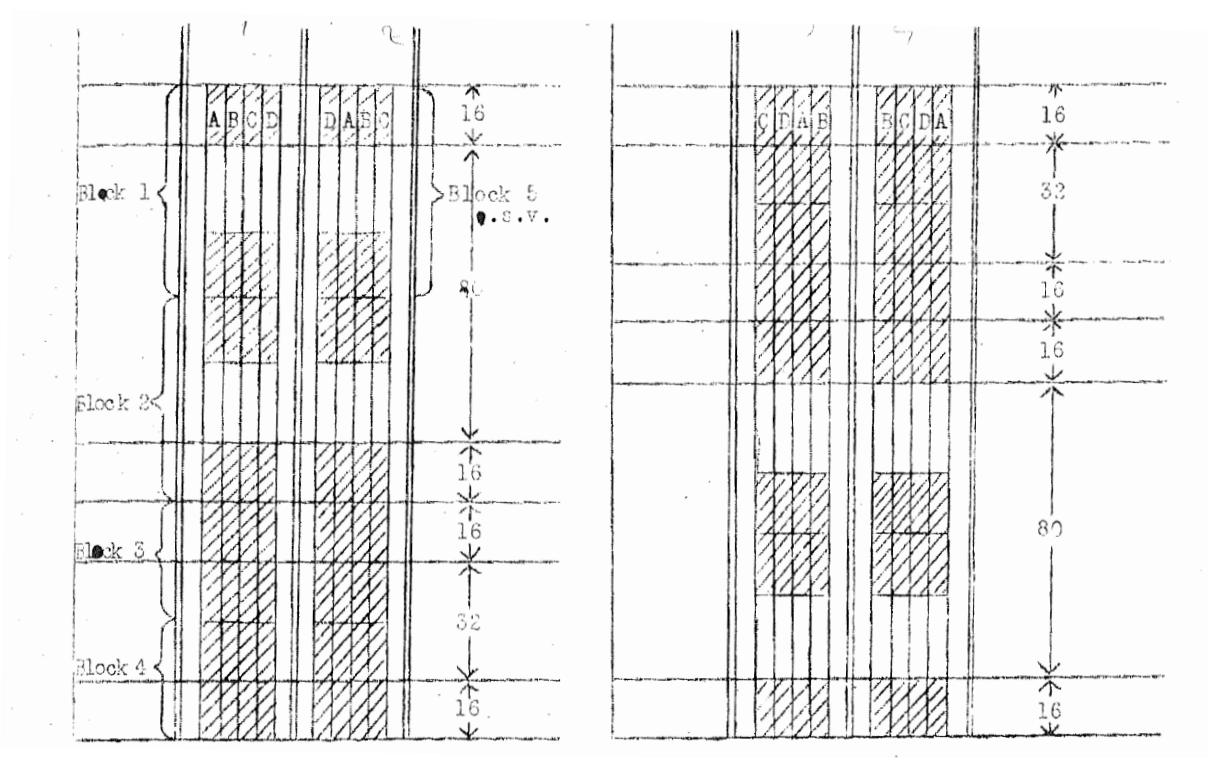
I försöken odlades flertalet grödor i en fri växtföljd, se tabell 16 i appendix. Försöken sköttes konventionellt vad det gäller jordbearbetning och insatser.

4.2 Försöksplan

I försöken ingick tre dikningsavstånd: 16, 32 och 80 meter. För vårgrödor testades fyra såtidpunkter i kombination med dikningsavstånden och för höstgrödor testades endast dikningsavståndet.

Såtidpunkterna som användes var A, B, C och D. Det var samma såtidpunkter för alla dikningsavstånd. Såtidpunkt A var när det minsta dikningsavståndet(16 m) hade torkat upp tillräckligt och det var ur klimatsynpunkt möjligt att så. Såtidpunkt B var 5 dagar efter A, såtidpunkt C var 5 dagar efter B, och såtidpunkt D var 5 dagar efter C. Uppträdde det dåligt väder på planerad såtidpunkt, så att sådd inte gick att genomföra, flyttades såtidpunkten fram till den första lämpliga dag det gick att så efter den planerade såtidpunkten.

De två likadana försöken, I och II var vardera uppdelade på två delförsök. I delförsök 1 testades dikningsavstånden 16 m och 32 m, och i delförsök 2 dikningsavstånden 16 m och 80 m, se figur 4.



Figur 4. Schematisk plan över försöken (Berglund & Eriksson, 1955).

4.3 Statistiska metoder

I analysen ingick endast grödorna korn, havre och vete. Övriga grödor har uteslutits pga. för få upprepningar, se tabell 4.

Tabell 4. Antal upprepningar av olika grödor i växtföljden under försöksperioden

Gröda	antal ggr.
Korn	11
Havre	20
Vete	13
Vall	6
ärter	6
Oljeväxter	4
vitsenap	1

I datamaterialet fanns inte observationer på rutnivå, utan bara medelvärden per behandling, försök eller delförsök och år. Den statistiska analysen av dessa gjordes i JMP 10. (JMP, 2014). För vårgrödorna korn och havre, användes en blandad linjär modell (Engstrand och Olsson, 2003) med fixa effekter av faktorerna avstånd, såtidpunkt, försök och delförsök (inom försök). Modellen innehöll samtliga samspel mellan faktorerna avstånd, såtidpunkt och försök samt sampelet mellan delförsök och såtidpunkt.

En kontinuerlig förklarande variabel för utveckling över tid definierades som aktuellt år minus 1954 för havre. För korn var det aktuellt år minus 1963. Modellen innehöll även slumpmässiga effekter av faktorn år.

För höstgrödan vete anpassades en blandad linjär modell med fixa effekter av faktorerna försök och avstånd. Modellen innehöll även den kontinuerliga förklarande variabeln utveckling över tid, som definierades som aktuellt år minus 1959. Modellen innehöll också slumpmässiga effekter av år.

De statistiska testerna gjordes för signifikansnivån 5 %.

5. Resultat

I resultatet redovisas alla signifikanta resultat från analysen uppdelat per gröda. Är resultatet för faktorn avstånd inte signifikant, redovisas det ändå. Skördeutvecklingen och trend över tid presenteras också.

5.1 Korn

För korn kan tre signifikanta resultat redovisas, se tabell 5:

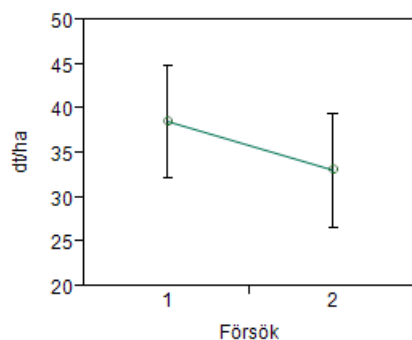
1. Skillnad mellan försöken
2. Skillnad i såtidpunkt
3. Samspel mellan försök och såtidpunkt

Tabell 5. Resultat från statistisk analys av korn

	DF 1	DF 2	F	P-värde
Försök	1	133,9	23,77	<0,0001
Avstånd	2	128,0	2,21	0,1141
Försök*Avstånd	2	128,0	2,16	0,119
Såtidpunkt	3	128,0	6,41	0,0004
Försök*Såtidpunkt	3	128,0	7,90	<0,0001
Avstånd*Såtidpunkt	6	128,0	0,75	0,6134
Försök*Avstånd*Såtidpunkt	6	128,0	0,12	0,9938
Delförsök[Försök]	2	128,1	0,71	0,4958
Utveckling över tid	1	7,0	0,22	0,6569
Delförsök*Såtidpunkt[Försök]	6	128,0	0,28	0,9458

5.1.1 Försök

Mellan försök I och II var det en signifikant skillnad i skörd där försök I har i snitt varit 16,5 procent bättre än försök II, se figur 5 och tabell 6 samt tabell 17 i appendix. Konfidensintervallen är vida eftersom de inkluderar variationen mellan år.



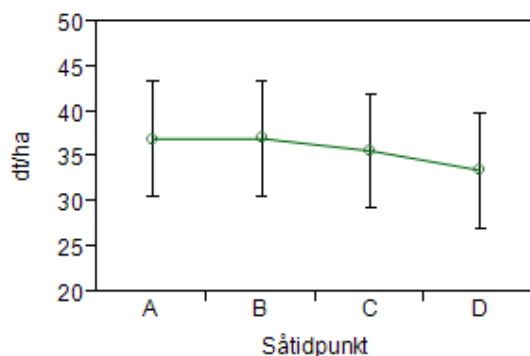
Figur 5. Medelskörd(dt/ha) för försök I och II för korn med 95% konfidensintervall

Tabell 6. Medelvärden i skörd (dt/ha) mellan försöken i korn

Försök	Medelvärde	Medelfel	Nedre 95% KI	Övre 95% KI	Sig-grupp
1	38,6	2,73	32,3	45,0	a
2	33,1	2,74	26,8	39,5	b

5.1.2 Såtidpunkt

Såtidpunkterna A och B gav högst medelvärde i skörd medan C och D gav lägre skörd, men skillnaderna är signifikanta endast för såtidpunkt D, se figur 6 och tabell 7 samt tabell 18 i appendix.



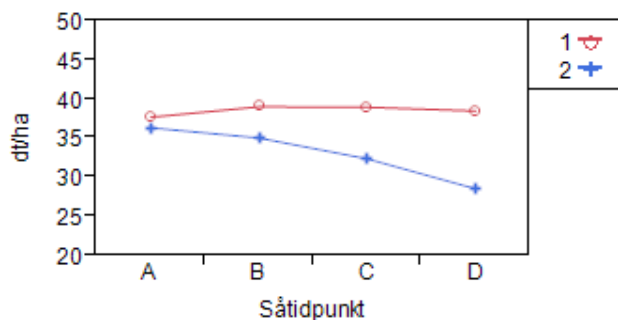
Figur 6. Skillnad i skörd mellan såtidpunkter för korn med 95% konfidensintervall.

Tabell 7. Medelvärden i skörd(dt/ha) per såtidpunkt för korn

Nivå	Medelvärde	Medelfel	Nedre 95% KI	Övre 95% KI	Sig-grupp
A	37,1	2,74	30,7	43,5	a
B	37,1	2,74	30,7	43,5	a
C	35,7	2,74	29,4	42,1	a
D	33,6	2,74	27,2	40,0	b

5.1.3 Samspel mellan försök och såtidpunkt

I försök I var det signifikant större skörd i såtidpunkterna B, C och D än i försök II, se figur 7 och tabell 8 samt tabell 19 i appendix.



Figur 7. Samspel i skörd mellan försöken och såtidpunkt för korn.

Tabell 8. Medelvärde i skörd (dt/ha) för samspel mellan försöken och såtidpunkt för korn

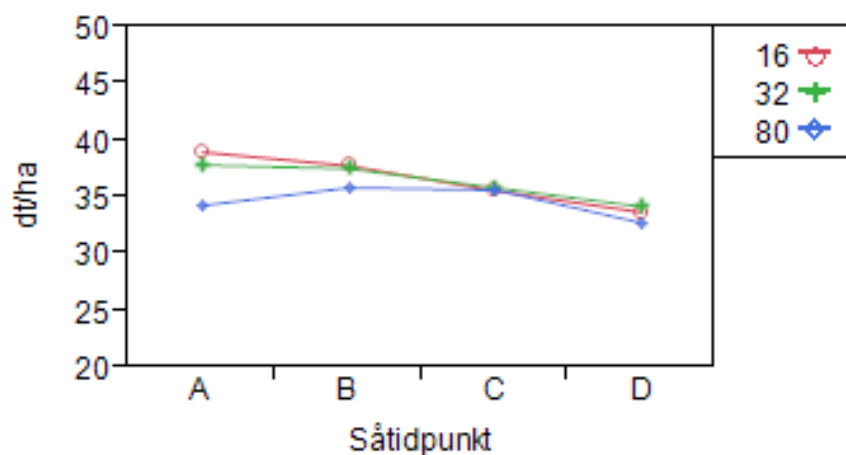
Nivå	Medelvärde	Medelfel	Nedre 95 % KI	Övre 95 % KI	Sig-grupp
1,A	37,8	2,84	31,3	44,2	a, b
1,B	39,1	2,84	32,7	45,5	a
1,C	39,0	2,84	32,6	45,5	a
1,D	38,6	2,84	32,1	45,0	a
2,A	36,4	2,86	29,9	42,9	a, b
2,B	35,1	2,86	28,6	41,6	b
2,C	32,4	2,86	26,0	38,9	c
2,D	28,6	2,86	22,2	35,1	d

5.1.4 Avstånd

Det var inte några signifikanta skillnader i skörd med avseende på avstånd ($P=0,11$).

Dränering med 16 m avstånd gav bäst skörd vid såtidpunkterna A och B, följt av 32 m intervall, men i såtidpunkt C var det inte någon större skillnad i skörd. Samspelet är dock inte signifikant ($P=0,61$), se figur 8.

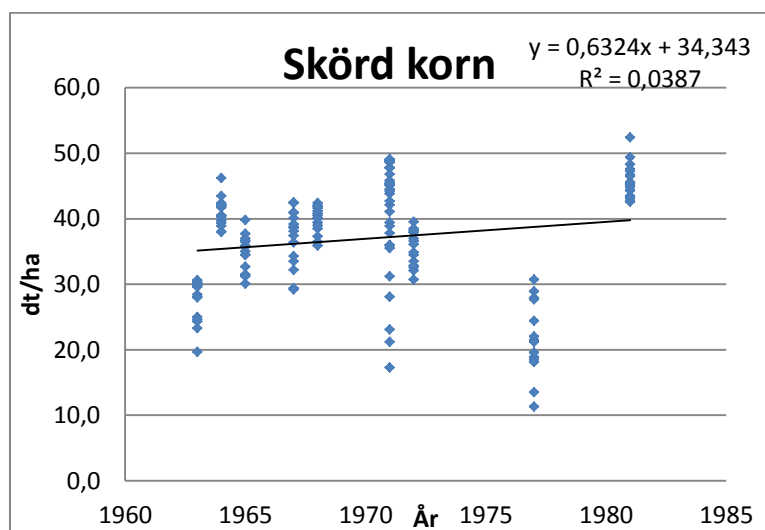
Tar man ett genomsnitt av skörd för dikningsavstånd 16 och 32 m och jämför det med 80 m, blir resultatet nästan signifikant ($P=0,07$).



Figur 8. Samspel mellan såtidpunkt och avstånd för korn.

5.1.5 Skördeutveckling

Skördeutvecklingen över tid illustreras i figur 9. Den är positiv men inte signifikant ($P=0,66$).



Figur 9. Skördeutveckling över tid för korn

5.2 Havre

I havre var följande resultat signifikanta, se tabell 9:

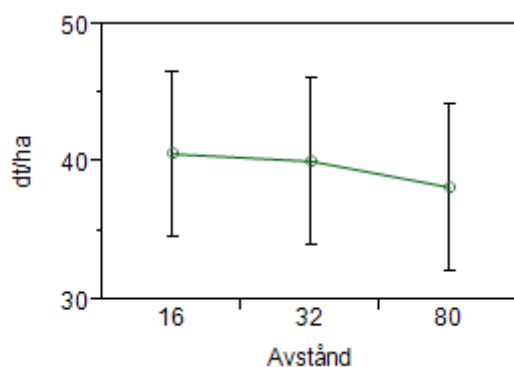
1. Skillnad i dräneringsavstånd
2. Skillnad för såtidpunkt
3. Samspel mellan försök och såtidpunkt

Tabell 9. Resultat från statistisk analys av havre

	DF 1	DF 2	F	P-värde
Försök	1	267,1	1,62	0,2039
Avstånd	2	254,0	9,94	<0,0001
Försök*Avstånd	2	254,0	1,14	0,3207
Såtidpunkt	3	254,0	18,04	<0,0001
Försök*Såtidpunkt	3	254,0	3,38	0,0188
Avstånd*Såtidpunkt	6	254,0	0,82	0,5519
Försök*Avstånd*Såtidpunkt	6	254,0	0,11	0,9947
Delförsök[Försök]	2	254,1	0,49	0,6105
Delförsök*Såtidpunkt[Försök]	6	254,0	0,29	0,9409
Utveckling över tid	1	17,0	2,75	0,1155

5.2.1 Avstånd

Det var en signifikant skillnad i skörd mellan 16 m och 80 m samt 32m och 80 m dräneringsavstånd, men inte mellan 16 m och 32 m, se figur 10 och tabell 10 samt tabell 20 i appendix.



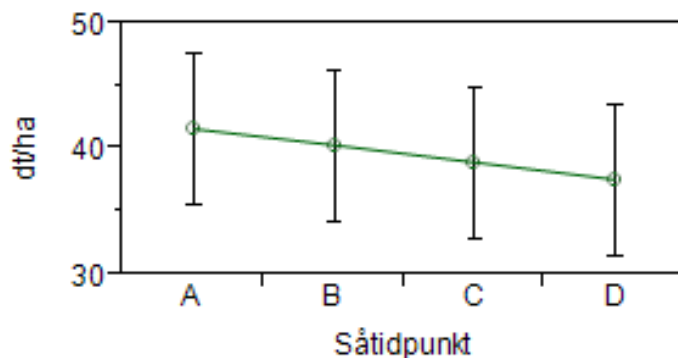
Figur 10. Skillnad i skörd och avstånd med 95 % konfidensintervall för havre.

Tabell 10. Medelvärde i skörd(dt/ha) för avstånd i havre

Nivå	Medelvärde	Medelfel	Nedre 95 % KI	Övre 95 % KI	Sig-grupp
16	40,6	2,85	34,6	46,7	a
32	40,1	2,88	34,1	46,2	a
80	38,2	2,88	32,2	44,3	b

5.2.2 Såtidpunkt

Alla såtidpunkter skilde sig signifikant åt i havre. Det gav bäst skörd att så tidigt, se figur 11 och tabell 11 samt tabell 21 i appendix.



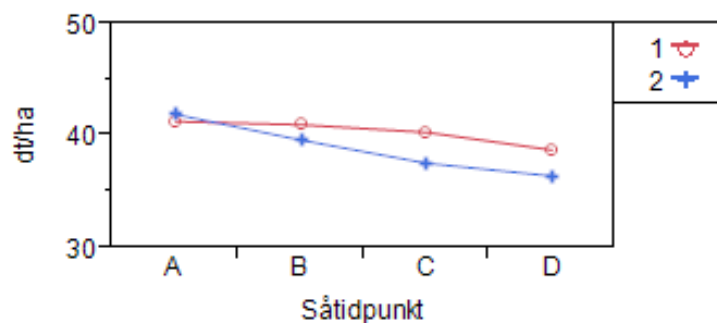
Figur 11. Skillnad i skörd och såtidpunkt med 95% konfidsintervall för havre.

Tabell 11. Medelvärde i skörd(dt/ha) för såtidpunkterna i havre

Nivå	Medelvärde	Medelfel	Nedre 95 % KI	Övre 95 % KI	Sig-grupp
A	41,7	2,87	35,6	47,7	a
B	40,4	2,87	34,3	46,4	b
C	39,0	2,87	33,0	45,0	c
D	37,6	2,87	31,6	43,7	d

5.2.3 Samspel mellan försök och såtidpunkt

Det fanns ett signifikant samspel i skörd mellan såtidpunkterna och försöken ($P=0,02$), se figur 12 och tabell 12 samt tabell 22 i appendix.



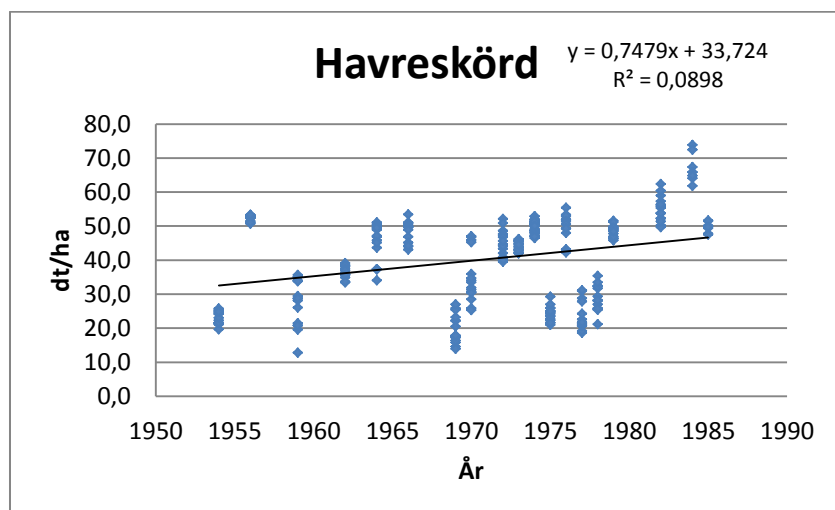
Figur 12. Skörd i samspel mellan försök och såtidpunkt för havre.

Tabell 12. Medelvärde i skörd (dt/ha) för samspel mellan försöken och såtidpunkt för havre

Nivå	Medelvärde	Medelfel	Nedre 95 % KI	Övre 95 % KI	Sig-grupp
1,A	41,3	2,90	35,3	47,4	a,b
1,B	41,0	2,90	35,0	47,1	a,b
1,C	40,4	2,90	34,3	46,4	a,b
1,D	38,8	2,90	32,7	44,9	c,d
2,A	42,0	2,99	35,7	48,2	a,
2,B	39,7	2,99	33,5	45,9	b,c
2,C	37,6	2,99	31,4	43,8	d
2,D	36,5	2,99	30,3	42,7	d

5.2.4 Skördeutveckling

Skördeutvecklingen över tid för havre illustreras i figur 13. Trenden var positiv, men inte signifikant ($P=0,12$).



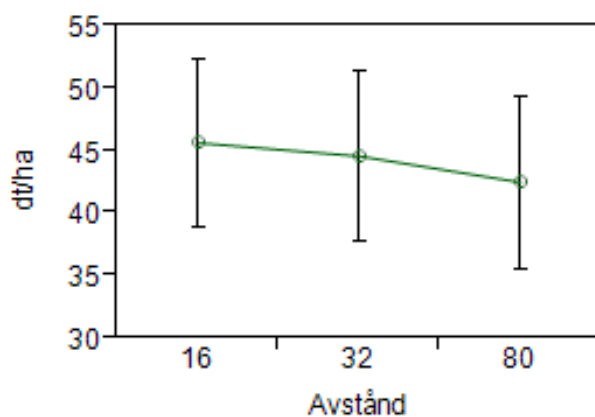
Figur 13. Skördeutveckling över tid för havre.

5.3 Vete

För vete fanns signifikanta skillnader mellan dräneringsavstånden, se tabell 13. Det blev en bättre skörd med ett tätare dikningsavstånd, se figur 14 och tabell 14 samt tabell 23 i appendix.

Tabell 13. Resultat statistiskanalys av vete

	DF 1	DF 2	F	P-värde
Försök	1	26,9	2,14	0,1553
Avstånd	2	21,3	3,56	0,0462
Försök*Avstånd	2	21,3	1,33	0,2864
Utveckling över tid	1	10,0	0,18	0,6828

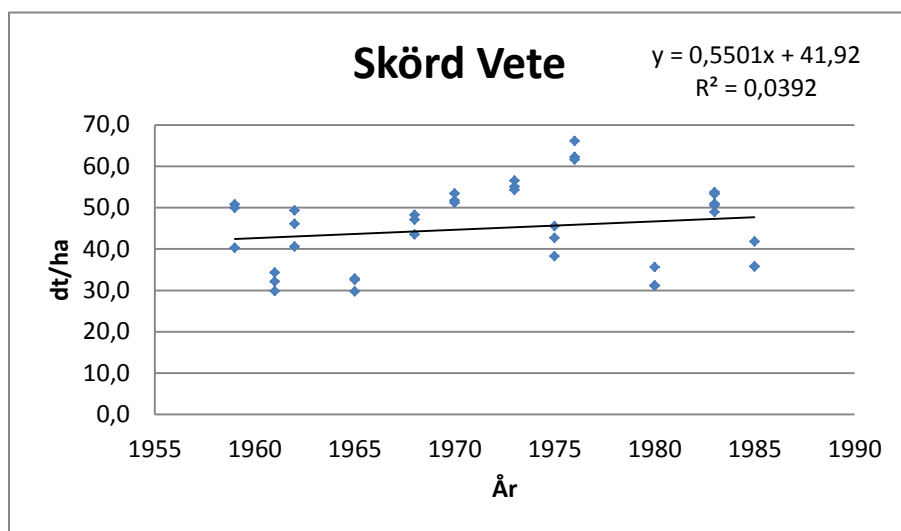


Figur 14. Skillnad i skörd mellan dikesavstånd för vete med 95 % konfidensintervall

Tabell 14. Medelvärden i skörd(dt/ha) för dikesavstånd i vete

Nivå	Medelvärde	Medelfel	Nedre 95 % KI	Övre 95 % KI	Sig-grupp
16	45,7	3,09	38,9	52,5	a
32	44,6	3,09	37,8	51,4	a,b
80	42,5	3,12	35,7	49,4	b

Skördeutvecklingen var positiv för vete, men utvecklingen var inte signifikant, se figur 15.



Figur 15. Skördeutveckling över tid för vete.

6. Diskussion

I korn påvisades det inga signifikanta skillnader mellan dikningsavstånden. Detta utesluter inte att fler försök under längre tid hade kunnat ge signifikanta skillnader. Havre och vete gav en signifikant skillnad i dikningsavstånd, och de grödorna hade fler observationer än korn. Att korn inte gett något signifikant resultat för något dikningsavstånd är konstigt då grödan är känsligare än havre för högt grundvattenstånd och behöver ett djupt rotsystem för att snabbt kunna växa ner på djupet (Weidow, 2008). För att få en hög kornskörd med bra kvalitet krävs en väl-dränerad jord (Bengtson & Larsson 1990).

En möjlig orsak till att det var en skillnad i skörd mellan försöken för både korn och havre, kan vara att det inte har odlats samma gröda i båda försöken varje år. Det var bara ett fåtal år som samma gröda odlades samtidigt på båda försöken. Detta gör den statistiska analysen osäker. Det skulle kunna vara årsvariationen, snarare än försöksplatsen, som har gjort att skörden skiljer sig åt mellan försöken. Hade försöket pågått under en längre tid hade det troligtvis skett en utjämning. Höstgrödor ger en jämnare avkastning över åren, vilket kan vara en orsak till att vete inte har givit några signifikanta skillnader mellan försöken.

I havre har alla såtidpunkter skilt sig signifikant åt vilket stämmer väl överens med andra försöksresultat (Bengtsson & Larsson, 1990). För korn finns det bara en signifikant skillnad mellan såtidpunkt D och övriga. Skörden är högre ju tidigare sådden har skett, men det är inte signifikant vilket inte stämmer med andra försök (Bengtsson & Larsson, 1990). Även här hade fler försöksår kanske gett en signifikant skillnad även mellan övriga såtidpunkter.

Skördesänkningen mellan skördetidpunkterna har inte varit 100–200 kg/ha och dag för havre eller korn som i finska försök (Larpes, 1981) visar att de kan vara. En möjlig orsak till att det inte var så är att Skaraborgs län inte lider av samma försommartorka som brukar uppträda i finska Nyland där de finska försöken låg. En annan förklaring kan vara att Skaraborgs län har en längre vegetationsperiod.

Medelskördarna för Skaraborgs län för åren 1965 till 1985 var för vete 44,4 dt/ha, korn 34,3 dt/ha och havre 34,1 dt/ha. (Jordbruksverkets statistik, 2013). Medelskörden i försöket för havre för alla dikningsavstånd var 40,2 dt/ha, vilket var 17,8 % högre än snittet för länet. För korn var medelskörden i försöket 37,1 dt/ha vilket var 8,2 % över snittet, medan vete hade ett snitt på 45,1 dt/ha som låg nära länssnittet på 44,4 dt/ha. I försök brukar allmänt skördenivåerna vara över medelskörden för odlarna. En annan orsak till högre medelskörd, är att Lanna ligger ute på slättbygden med goda betingelser för jordbruk, men i statistiken för länet finns även jordbruksmark från mellanbygd och skogsbygd med sämre betingelser som drar ner länssnittet för skördenivåerna.

Analysen gjordes på medelvärden, eftersom observationerna på rutnivå inte var tillgängliga. Detta gör att man inte kan utesluta att de signifikanta skillnaderna beror på fältvariation. En annan osäkerhets faktor är hur man bedömde såtidpunkt A. Det skulle kunna ha varit större eller mindre skillnader i skörd om man hade valt en tidigare såtidpunkt eller senare. En anledning är att på ett större dikesavstånd reder jorden sig senare än vid tätare dikesavstånd.

En allt för tidig såtidpunkt omöjliggör sådd på 80 meters dikesavstånd och ger en större skillnad i skörd mellan dikesavstånden. Om såtidpunkt A utförs sent så gynnas det större dikningsavståndet och skillnaden i skörd blir mindre.

När försöken utfördes mellan 1954 och 1985 var jordbruksmaskinerna mindre och därmed även markpackningen. Det hade varit intressant om försöket hade upprepas idag med dagens tyngre maskiner. Möjligtvis hade det kunnat bli större skillnader mellan dikningsavstånden. En annan faktor som skiljer sig idag från när försöket genomfördes är att det har skett en klimatutveckling mot mer nederbörd på vintern och tidigare vårar. Ytterligare en faktor som gör nya försök intressanta är hur dagens nya högvakastande sorter påverkas utav förändringar i dikningstätheten och om det hade givit större skillnader.

7. Slutsatser

I försöken har dränering givit en positiv respons på havre och vete. Dock har inga signifikanta skillnader setts i att minska dräneringsavståndet från 32 m ner till 16 m. Dräneringen hade ingen signifikant effekt på skördenivåerna i korn.

För havre fanns signifikanta skillnader mellan alla såtidpunkter, och det var positivt att så tidigt. För korn fanns det en signifikant skillnad mellan sista såtidpunkten (D) och övriga, där såtidpunkt D gav en lägre skörd.

Sedan försöken utfördes från 1954 till 1985 har det skett en betydande storleksrationalisering av jordbruket med större gårdar och maskiner som är betydligt tyngre. Om det ställer högre krav på dräneringen och dikningstätheten för att minska risken för bearbetning vid för hög vattenhalt och markpackning för att säkerställa ett tidigt vårbruk behövs nya försök. Det finns även ett behov av att utreda hur klimatförändringarna med rikare nederbörd vintertid och större risker för försommartorka samt intensivare regn sommartid påverkar dikningsbehovet. Dessutom behövs nya försök på olika dikningsavstånd från 8 m upp till 16 m pga. klimatförändringar, eftersom dikningsavstånden i praktiken brukar vara ungefär så stora på lerjordar. Samtidigt är det viktigt att inte överdränera jorden och möjligheten till att spara vatten.

8. Källor

Internet:

Elmqvist, T. (2014-01-08). *Dränering av jordbruksmark 2013*. Tillgänglig: http://www.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/Amnesomraden/Statistik,%20fakta/Arealer/JO41SM1401/JO41SM/JO41SM1401/JO41SM1401_ikortadrag.htm [2014-05-20]

JMP. (2014). *JMP Software*. Tillgänglig: <http://jmp.com/software/jmp/> [2014-05-11]

Jordbruksverket. (2009-03). *Klimatförändringarna och täckdikning*. Tillgänglig: http://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf_ovrigt/ovr169.pdf [2014-05-20]

Jordbruksverkets statistik. (2013). *Skördar efter län och gröda*. Tillgänglig:
http://statistik.sjv.se/PXWeb/Selection.aspx?px_path=Jordbruksverkets%20statistikdatabas_Skordar&px_tableid=JO0601M2.px&px_language=sv&px_db=Jordbruksverkets%20statistikdatabas&rxid=5adf4929-f548-4f27-9bc9-78e127837625 [2014-05-07]

SMHI. (2011-09-23). *Vegetationsperiod*. Tillgänglig:
<http://www.smhi.se/kunskapsbanken/klimat/vegetationsperiod-1.6270> [2014-05-14]

Sveriges Lantbruksuniversitet. (2014-02-13). *Väderdata från Lanna Försöksstation*. Tillgänglig:
<http://www.slu.se/sv/institutioner/mark-miljo/forskning/precisionsodling-och-pedometri/lanna-forsoksstation/vaderdata/> [2014-05-14]

Litteratur:

Bengtsson, A & Larsson, R. (1990). *Odling av stråsåd. I: Växtodling 2 – Växterna*. (red: O. Hammar) 11-71. Borås, Centraltryckeriet.

Engstrand, U & Olsson, U. (2003). *Variansanalys och försöksplanering*. Lund, Studentlitteratur

Eriksson, J. (1990). *Dränering. I: Växtodling 1 - Marken*. (red: O. Hammar), 116 – 139. Borås, Centraltryckeriet AB

Heeb, A. M.fl. (2014). *Äga och förvalta diken och andra vattenanläggningar i jordbrukslandskapet*. Hässleholm. AM-Tryck & Reklam

Ritzema, H.P. 1994. Subsurface flows to drains. I: *Drainage Principles and Application*. (red: H.P. Ritzema). ILRI Publication 16, 263-304.

Weidow, B. (2008). *Växtodlingens grunder*. Helsingborg: LJ Boktryck AB

Rapporter:

Berglund, G & Eriksson J. (1955). *Redogörelse för resultaten av 1954 års täckdikningsförsök*. Stenciltryck nr 4. Institution för markvetenskap, SLU, Uppsala

Tidningsartiklar:

Larpes, G. (1981). Vad betyder tidig vårsådd. *Traktor Journalen*, nr 6, 182 - 183

Appendix

Tabell 15. Medeltemperatur och nederbörd per månad

Månad	Temperatur (*C)	Nederbörd (mm)
Januari	-3,1	37
Februari	-3,4	24
Mars	-0,3	30
April	4,4	30
Maj	10,6	41
Juni	14,7	51
Juli	15,7	63
Augusti	14,9	62
September	11	65
Oktober	7,1	61
November	2,1	57
December	-1,4	39

Tabell 16. Gröda per försök och år

År	Försök I	Försök II
1954	havre	-
1955	ärter	vall
1956	havre	vall
1957	vall	vall
1958	vall	vall
1959	havre	höstvete
1960	ärter	foderärt
1961	höstrybs	höstvete
1962	höstvete	havre
1963	korn	vitsenap
1964	havre	korn
1965	höstvete	korn
1966	havre	-
1967	korn	höstraps
1968	korn	höstvete
1969	träda	havre
1970	höstvete	havre
1971	korn	korn
1972	korn	havre
1973	havre	höstvete
1974	havre	havre
1975	höstvete	havre
1976	havre	höstvete
1977	havre	korn
1978	havre	-
1979	havre	vårraps
1980	-	höstvete
1981	korn	korn
1982	vårraps	havre
1983	höstvete	höstvete
1984	havre	ärter
1985	havre	höstvete

Tabell 17. Skillnader mellan medelvärden i försök för korn

Nivå	Nivå	Skillnad	Medelfel	Nedre CL	Övre CL	P-värde
1	2	5,5	1,12	3,3	7,7	<,0001

Tabell 18. Skillnader mellan medelvärden i såtidpunkt för korn.

Nivå	Nivå	Skillnad	Medelfel	Nedre CL	Övre CL	p-värde
B	D	3,5	0,92	1,7	5,3	0,0002
A	D	3,5	0,92	1,7	5,3	0,0002
C	D	2,2	0,92	0,3	4,0	0,0215
B	C	1,4	0,92	-0,5	3,2	0,1436
A	C	1,3	0,92	-0,5	3,2	0,1476
B	A	0,0	0,92	-1,8	1,8	0,9883

Tabell 19. Skillnader mellan medelvärde för samspel mellan försök och såtidpunkt för korn

Nivå	Nivå	Skillnad	Medelfel	Nedre CL	Övre CL	P-värde
1,B	2,D	10,5	1,59	7,3	13,6	<,0001
1,C	2,D	10,4	1,59	7,3	13,6	<,0001
1,D	2,D	9,9	1,59	6,8	13,1	<,0001
1,A	2,D	9,1	1,59	6,0	12,3	<,0001
2,A	2,D	7,8	1,34	5,2	10,4	<,0001
1,B	2,C	6,7	1,59	3,5	9,8	<,0001
1,C	2,C	6,6	1,59	3,4	9,8	<,0001
2,B	2,D	6,5	1,34	3,8	9,1	<,0001
1,D	2,C	6,1	1,59	3,0	9,3	0,0002
1,A	2,C	5,3	1,59	2,2	8,5	0,0011
1,B	2,B	4,0	1,59	0,8	7,1	0,0136
2,A	2,C	4,0	1,34	1,3	6,6	0,0035
1,C	2,B	3,9	1,59	0,8	7,1	0,0148
2,C	2,D	3,8	1,34	1,2	6,5	0,0049
1,D	2,B	3,5	1,59	0,3	6,6	0,032
1,B	2,A	2,7	1,59	-0,5	5,8	0,0948
2,B	2,C	2,7	1,34	0,0	5,3	0,0479
1,A	2,B	2,7	1,59	-0,5	5,8	0,0981
1,C	2,A	2,6	1,59	-0,5	5,8	0,1015
1,D	2,A	2,1	1,59	-1,0	5,3	0,1799
1,A	2,A	1,3	1,59	-1,8	4,5	0,3991
1,B	1,A	1,3	1,28	-1,2	3,9	0,2987
2,A	2,B	1,3	1,34	-1,3	3,9	0,3296
1,C	1,A	1,3	1,28	-1,2	3,8	0,3183
1,D	1,A	0,8	1,28	-1,7	3,3	0,5322
1,B	1,D	0,5	1,28	-2,0	3,1	0,6772
1,C	1,D	0,5	1,28	-2,0	3,0	0,7079
1,B	1,C	0,1	1,28	-2,5	2,6	0,9668

Tabell 20. Skillnader mellan medelvärden i avstånd för havre

Nivå	Nivå	Skillnad	Medelfel	Nedre CL	Övre CL	P-värde
16	80	2,4	0,56	1,32	3,51	<,0001
32	80	1,9	0,77	0,36	3,41	0,0156
16	32	0,5	0,54	-0,53	1,60	0,3239

Tabell 21. Skillnader mellan medelvärden i såtidpunkt för havre

Nivå	Nivå	Skillnad	Medelfel	Nedre CL	Övre CL	P-värde
A	D	4,0	0,58	2,9	5,2	<,0001
B	D	2,7	0,58	1,6	3,9	<,0001
A	C	2,7	0,58	1,5	3,8	<,0001
B	C	1,4	0,58	0,2	2,5	0,0184
C	D	1,4	0,58	0,2	2,5	0,0192
A	B	1,3	0,58	0,2	2,4	0,0263

Tabell 22. Skillnader mellan medelvärden i samspelet mellan försök och såtidpunkt i havre

Nivå	Nivå	Skillnad	Medelfel	Nedre CL	Övre CL	P-värde
2,A	2,D	5,5	0,92	3,7	7,3	<,0001
1,A	2,D	4,9	1,34	2,2	7,5	0,0003
1,B	2,D	4,6	1,34	1,9	7,2	0,0008
2,A	2,C	4,4	0,92	2,5	6,2	<,0001
1,C	2,D	3,9	1,34	1,3	6,5	0,004
1,A	2,C	3,7	1,34	1,1	6,4	0,006
1,B	2,C	3,4	1,34	0,8	6,1	0,0112
2,B	2,D	3,2	0,92	1,4	5,0	0,0006
2,A	1,D	3,2	1,34	0,5	5,8	0,019
1,C	2,C	2,8	1,34	0,1	5,4	0,0415
1,A	1,D	2,5	0,70	1,2	3,9	0,0003
1,D	2,D	2,3	1,34	-0,3	5,0	0,0851
2,A	2,B	2,3	0,92	0,5	4,1	0,0132
1,B	1,D	2,3	0,70	0,9	3,6	0,0015
2,B	2,C	2,1	0,92	0,3	3,9	0,0254
1,A	2,B	1,7	1,34	-1,0	4,3	0,217
2,A	1,C	1,6	1,34	-1,1	4,2	0,2361
1,C	1,D	1,6	0,70	0,2	3,0	0,0258
1,B	2,B	1,4	1,34	-1,3	4,0	0,3087
1,D	2,C	1,2	1,34	-1,5	3,8	0,3817
2,C	2,D	1,1	0,92	-0,7	3,0	0,2127
1,A	1,C	1,0	0,70	-0,4	2,4	0,168
2,A	1,B	0,9	1,34	-1,7	3,6	0,4955
2,B	1,D	0,9	1,34	-1,8	3,5	0,5112
1,C	2,B	0,7	1,34	-2,0	3,3	0,6072
1,B	1,C	0,7	0,70	-0,7	2,1	0,3349
2,A	1,A	0,6	1,34	-2,0	3,3	0,6425
1,A	1,B	0,3	0,70	-1,1	1,7	0,6774

Tabell 23. Skillnader mellan medelvärden i avstånd för vete

Nivå	Nivå	Skillnad	Medelfel	Nedre CL	Övre CL	P-värde
16	80	3,2	1,19	0,7	5,6	0,015
32	80	2,1	1,19	-0,4	4,6	0,094
16	32	1,1	1,13	-1,3	3,4	0,3563